

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/011053
20.8.2004

REC'D 16 SEP 2004
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 7月31日
Date of Application:

出願番号 特願2003-283882
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP2003-283882]

出願人 三菱レイヨン株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月23日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋記

【書類名】 特許願
【整理番号】 P030823
【提出日】 平成15年 7月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 D01F 9/12
D06M 15/19

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社
豊橋事業所内
【氏名】 杉浦 直樹

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社
豊橋事業所内
【氏名】 福島 昭彦

【発明者】
【住所又は居所】 東京都港区港南一丁目6番41号 三菱レイヨン株式会社内
【氏名】 藤江 忍

【特許出願人】
【識別番号】 000006035
【氏名又は名称】 三菱レイヨン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100123788
【弁理士】
【氏名又は名称】 宮崎 昭夫
【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】
【識別番号】 100088328
【弁理士】
【氏名又は名称】 金田 暢之

【選任した代理人】
【識別番号】 100106297
【弁理士】
【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】
【識別番号】 100106138
【弁理士】
【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 201087
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

単繊維を複数有する炭素繊維束であって、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤で一次サイジング処理された後に、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部に酸基を有し、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである重合体、あるいは、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体を含む二次サイジング剤で二次サイジング処理された炭素繊維束。

【請求項2】

前記二次サイジング剤が、重量平均分子量が45,000以下、かつ、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである、酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）を少なくとも35質量%含むものである請求項1に記載の炭素繊維束。

【請求項3】

前記二次サイジング剤が、オレフィン系熱可塑性エラストマー樹脂（化合物b）を少なくとも5質量%含む請求項2に記載の炭素繊維束。

【請求項4】

前記化合物bの、ASTM D1525-70に準じて測定されたビカット軟化点が、120℃以下である請求項3に記載の炭素繊維束。

【請求項5】

前記化合物aの、重量平均分子量が20,000以下、かつ、ASTM D1386に準じて測定された酸価が40～75mg KOH/gである請求項2～4のいずれかに記載の炭素繊維束。

【請求項6】

前記二次サイジング剤が、エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）を少なくとも40質量%含むものである請求項1に記載の炭素繊維束。

【請求項7】

前記単繊維が、前記単繊維の円周長さ2μm×繊維軸方向長さ1μmの領域での最高部と最低部の高低差が40nm以上である複数の皺を表面に有する請求項1～6のいずれかに記載の炭素繊維束。

【請求項8】

前記二次サイジング剤に、エポキシ基、ビニル基、アミノ基、メタクリル基、アクリル基、及び直鎖アルキル基のいずれか一つを分子中に有するシランカップリング剤が、5質量%を超えない範囲で含まれる請求項1～7のいずれかに記載の炭素繊維束。

【請求項9】

所定長さに切断された請求項1～8のいずれかに記載の炭素繊維束であって、前記二次サイジング剤の付着量が全体の1～5質量%である炭素繊維束。

【請求項10】

目付が0.4～15g/mであり、かつ、幅/厚みが3～10である請求項9に記載の炭素繊維束。

【請求項11】

単繊維を複数有する炭素繊維束の製造方法であって、
(A) 該炭素繊維束を、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤で一次サイジング処理する工程と、
(B) 該一次サイジング処理された炭素繊維束を、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部に酸基を有し、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである重合体、あるいは、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体を含む二次サイジング剤で二次サイジング処理された炭素繊維束。

KOH/g である重合体、あるいは、
主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体
を含む二次サイジング剤を水に溶解あるいは分散させた水系二次サイジング剤溶液を用いて、該二次サイジング剤が全体の1～5質量%となるように二次サイジング処理する工程と、

- (C) 前記炭素繊維束を所定長さに切断する工程と、
- (D) 所定長さに切断された前記炭素繊維束を乾燥する工程と
を有する炭素繊維束の製造方法。

【請求項12】

熱可塑性樹脂と、請求項1～10のいずれかに記載の炭素繊維束とを含む熱可塑性樹脂組成物であって、前記炭素繊維束の含有量が3～60質量%である熱可塑性樹脂組成物。

【請求項13】

前記熱可塑性樹脂が、ポリオレフィン系樹脂である請求項12に記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項14】

請求項12または13に記載の熱可塑性樹脂組成物を成形してなる成形品。

【書類名】明細書

【発明の名称】炭素繊維束及びその製造方法、並びに熱可塑性樹脂組成物及びその成形品

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱可塑性樹脂の補強材として用いられる炭素繊維束及びその製造方法に関するものである。また、炭素繊維束を用いた熱可塑性樹脂組成物及びその成形品に関するものである。

【背景技術】

【0002】

炭素繊維束とは、炭素からなる単纖維が複数まとまった形態をなしているものであり、熱可塑性樹脂等の補強材として用いられるものである。

【0003】

熱可塑性樹脂の補強材として用いられる場合、一般に、炭素繊維束は、5～15mm長に切断された形態で供される。この炭素繊維束と熱可塑性樹脂とを混練したペレットを製造するに当たっては、炭素繊維束が定量的に押出機内に供されることが必要であるが、そのためには炭素繊維束の形態安定性が重要である。形態が適切でないと、吐出斑の原因となり得る。また、一定の押出速度が得られなくなるため、ストランド切れが発生し、ペレットの生産性が大幅に低下する恐れもある。

【0004】

さらに、長纖維ペレットといわれる材料も注目されており、その際は炭素繊維束は連続纖維の形態で、ペレット製造工程に投入されることになる。この場合、炭素繊維束には毛羽やフライが発生し易く、また、バラケ易く、その取り扱いが難しい。

【0005】

さらに、炭素繊維束を織物にして熱可塑性樹脂を含浸させたシート材料として使用される場合もあり、炭素繊維束の製織性や製織後の織布の取り扱い性なども重要な特性となっている。

【0006】

以上のような理由により、炭素繊維束の取り扱い性や、炭素繊維束を配合した材料の物性を向上させることを目的に、例えばエポキシ樹脂を主成分とするような、マトリックス樹脂に適合性のあるサイジング剤を、例えば2～5質量%程度表面に付着させるサイジング処理により収束された炭素繊維束が、一般的に用いられている。

【0007】

ここで、マトリックス樹脂として用いられる熱可塑性樹脂としては、ポリカーボネート樹脂、ナイロン樹脂、ポリエステル樹脂などがよく用いられるが、最近、リサイクル性、経済性の面からポリオレフィン系樹脂が用いられるケースが増えてきている。特にポリプロピレン樹脂は、近年注目されている樹脂である。

【0008】

ポリオレフィン系樹脂は、基本的に無極性であることから、炭素繊維やガラス繊維との界面接着性が非常に悪く、補強材としての機械特性の向上効果が十分に発現しないことが多い。そのため、マトリックス樹脂に酸変性ポリオレフィン系樹脂を添加して接着性を向上させる方法、ポリオレフィン系樹脂とシランカップリング剤より構成するサイジング剤で炭素繊維やガラス繊維をサイジング処理する方法などが知られている。さらには、特開平6-107442号公報（特許文献1）にあるように、酸変性ポリプロピレンを必須成分とするサイジング剤で炭素繊維やガラス繊維などをサイジング処理する方法が知られている。

【0009】

しかしながら、マトリックス樹脂に酸変性ポリオレフィン系樹脂を添加する方法では、酸変性ポリオレフィン系樹脂を多量に添加する必要があり、リサイクル性、経済性において優れたものとはならない。また、シランカップリング剤を含むサイジング剤でサイジング処理する方法では、炭素繊維の場合は、ガラス繊維に比べて表面に存在する水酸基がそ

れほど多くないため、界面接着性を向上させる効果がかなり低かった。

【0010】

また、特許文献1に記載されている酸変性ポリプロピレンを必須成分とするサイジング剤でサイジング処理する方法は、ポリオレフィン系樹脂との比較的良好な界面接着性を実現するが、炭素繊維の場合におけるその効果は十分ではなかった。

【特許文献1】特開平6-107442号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

そこで、本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、ポリオレフィン系樹脂、特にポリプロピレン樹脂との良好な界面接着性を発現できる炭素繊維束を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、

単繊維を複数有する炭素繊維束であって、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤で一次サイジング処理された後に、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部に酸基を有し、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである重合体、あるいは、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体を含む二次サイジング剤で二次サイジング処理された炭素繊維束である。

【0013】

このような本発明の炭素繊維束は、ポリオレフィン系樹脂、特にポリプロピレン樹脂との良好な界面接着性を発現できる。

【0014】

また、本発明は、

単繊維を複数有する炭素繊維束の製造方法であって、

(A) 該炭素繊維束を、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤で一次サイジング処理する工程と、

(B) 該一次サイジング処理された炭素繊維束を、

主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部に酸基を有し、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである重合体、あるいは、

主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体を含む二次サイジング剤を水に溶解あるいは分散させた水系二次サイジング剤溶液を用いて、該二次サイジング剤が全体の1～5質量%となるように二次サイジング処理する工程と、

(C) 前記炭素繊維束を所定長さに切断する工程と、

(D) 所定長さに切断された前記炭素繊維束を乾燥する工程とを有する炭素繊維束の製造方法である。

【0015】

また、本発明は、

熱可塑性樹脂と前記炭素繊維束とを含む熱可塑性樹脂組成物であって、前記炭素繊維束の含有量が3～60質量%である熱可塑性樹脂組成物である。

【0016】

また、本発明は、

前記熱可塑性樹脂組成物を成形してなる成形品である。

【発明の効果】

【0017】

本発明の炭素繊維束によれば、ポリオレフィン系樹脂、特にポリプロピレン樹脂との良好な界面接着性を発現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の炭素繊維束は、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤で一次サイジング処理された後に、後述する二次サイジング剤で二次サイジング処理されたものである。

【0019】

なお、本発明における一次サイジング処理処理とは、炭素繊維束に一次サイジング剤を付着させる処理のことである。この一次サイジング処理により、炭素繊維束の収束性を高めことが可能であり、同時に、炭素繊維束と後述する二次サイジング剤との親和性を高めることが可能である。

【0020】

本発明では、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤を用いる。かかる一次サイジング剤は、炭素繊維の単繊維との親和性や取り扱い性に優れ、少量で単繊維を収束させることができることから、好適である。また、かかる一次サイジング剤で一次サイジング処理された炭素繊維束は、後の二次サイジング処理の工程において、ローラへの炭素繊維束の巻き付きが発生しないなど、優れた工程通過性を有するものとなる。また、本発明で用いる二次サイジング剤との濡れ性も良好で、二次サイジング剤を均一に付着させることができになる。

【0021】

本発明の一次サイジング剤で炭素繊維束を一次サイジング処理する際、通常は、水溶性または水分散性エポキシ樹脂を水に溶解または分散させた水系一次サイジング剤溶液を用いる。水溶性または水分散性のエポキシ樹脂としては、特に限定されるものではなく、公知のものを用いることができる。また、水系で使用できるものであれば、変性エポキシ樹脂を用いることもできる。また、1種のエポキシ樹脂を単独で用いる他、2種以上を混合して用いることもできる。また、後述する二次サイジング剤を付着させる工程の通過性等の観点から、エポキシ樹脂は、室温で液状のものと固状のものとを併用することがより好ましい。

【0022】

水溶性のエポキシ樹脂としては、エチレングリコール鎖の両端にグリシジル基を有するものや、A型、F型、S型等のビスフェノールの両端にエチレンオキサイドが付加されその両端にグリシジル基を有するものなどが挙げられる。また、グリシジル基の代わりに、脂環式エポキシ基を有するものを用いることもできる。

【0023】

水分散性のエポキシ樹脂としては、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ナフタレン骨格型エポキシ樹脂、脂肪族系エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂（例えば、大日本インキ化学工業（株）製HP7200（商品名））、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、DPPノボラック型エポキシ樹脂（例えば、ジャパンエポキシレジン（株）製エピコート157S65（商品名））等が挙げられる。また、グリシジル基の代わりに、脂環式エポキシ基を有するものを用いることもできる。

【0024】

水分散性のエポキシ樹脂からなる一次サイジング剤を用いる場合には、さらに乳化剤が添加された水性エマルションを用いて、一次サイジング処理するのが好ましい。乳化剤としては、特に限定されるものではないが、アニオン系、カチオン系、ノニオン系乳化剤などを用いることができる。中でも、乳化性能が良好で、また低価格であることから、アニオン系又はノニオン系乳化剤が好ましい。また、二次サイジング剤の安定性を阻害しない

ことから、ノニオン系乳化剤が特に好ましい。

【0025】

ノニオン系乳化剤としては、ポリエチレングリコール型（高級アルコールエチレンオキサイド付加物、アルキルフェノールエチレンオキサイド付加物、脂肪酸エチレンオキサイド付加物、ポリプロピレングリコールエチレンオキサイド付加物など）、多価アルコール型（グリセリンの脂肪酸エステル、ソルビトール脂肪酸エステル、脂肪酸アルカノールアミドなど）などの乳化剤が挙げられる。ただし、ノニオン系乳化剤のHLBは通常8～20のものを用いる。HLBがこの範囲外のノニオン系乳化剤を用いると、安定な水性エマルションが得られないことがある。

【0026】

アニオン系乳化剤としては、カルボン酸塩型（オレイン酸カリウム、オレイン酸ナトリウムなど）、スルホン酸塩型（デシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ジオクチルスルホコハク酸ナトリウムなど）、硫酸エステル塩型（ラウリル硫酸ナトリウムなど）などが挙げられる。中和剤としては水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、炭酸ナトリウム、重炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、重炭酸カリウム、炭酸カルシウム、重炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、重炭酸マグネシウム、モノラウリルアミン、トリメチルアミン、ジメチルモノエタノールアミン、トリエタノールアミン、エチレンジアミン、アンモニアなどが挙げられる。還元剤としては、亜硫酸ナトリウムなどが挙げられる。

【0027】

乳化方法としては、攪拌翼を備えたバッチを用いる方法、ボールミルを用いる方法、振盪器を用いる方法、ガウリンホモジナイザなどの高せん断乳化機を用いる方法などが挙げられる。乳化温度は、用いる一次サイジング剤の軟化温度より高く設定することで、十分な安定性を有する水性エマルションが得られる。乳化に要する時間は、通常数分～2時間である。乳化後は、室温まで冷却を行うことにより、水性エマルションが得られる。水性エマルションの濃度は特に限定はないが、一次サイジング剤の濃度で5～60質量%となるように水で希釈される。

【0028】

一次サイジング剤が分散した水性エマルションには、必要に応じて、他のサイジング剤（例えば、酢酸ビニル樹脂エマルション、ウレタン樹脂エマルション、アクリル樹脂エマルションなど）や、シランカップリング剤、帯電防止剤と併用することができ、さらに潤滑剤や平滑剤とも併用することができる。

【0029】

このような一次サイジング剤の付着量は、炭素繊維束全体に対して0.1～2.0質量%が好ましく、0.2～1.2質量%がより好ましい。かかる範囲であれば炭素繊維の単纖維表面を覆う一次サイジング剤の分子層が1～3層程度となり、好適である。付着量が2.0質量%を超えると、単纖維間に一次サイジング剤が介在してブリッジングが発生し、単纖維同士の擬似接着により、単纖維間の動きが拘束され、炭素繊維束の広がり性が悪くなり、ひいては炭素繊維束の均一性が損なわれてしまう恐れがある。また、後の工程で付着させる二次サイジング剤の浸透性が阻害され、均一な炭素繊維束を得ることが難しくなるなど、炭素繊維束としての特性が悪化する恐れもある。一方、付着量が0.1質量%未満では、一次サイジング剤を付着させる効果が発現せず、工程通過性、取り扱い性、二次サイジング剤との親和性に優れた炭素繊維束が得られなくなる恐れがある。

【0030】

本発明における炭素繊維束は、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部に酸基を有し、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである重合体、あるいは、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体

を含む二次サイジング剤で二次サイジング処理されたものである。具体的には、

(i) 重量平均分子量が45,000以下、かつ、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである、酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）を少なくとも35質量%含む二次サイジング剤、

(ii) エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）を少なくとも40質量%含む二次サイジング剤、
で二次サイジング処理された炭素繊維束などが挙げられる。

【0031】

なお、本発明における二次サイジング処理とは、一次サイジング処理された炭素繊維束に、二次サイジング剤を付着させる処理のことである。この二次サイジング処理により、炭素繊維束の収束性をより高めことが可能であり、同時に、炭素繊維束とマトリックス樹脂との親和性を高めることが可能である。

【0032】

上記の(i)で示す二次サイジング剤の必須成分である酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）は、炭素繊維束と、ポリオレフィン系樹脂等のマトリックス樹脂との複合化の際に、分子中の酸基が炭素繊維束表面の一次サイジング剤との相互作用を増強する一方、骨格のポリプロピレン鎖が分子の絡み合いによりマトリックス樹脂と強固な結合を生じさせる、有効なカップリング剤として働く成分である。そのために、酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）は、二次サイジング剤中に35質量%以上含む必要がある。40質量%以上含むことが好ましい。

【0033】

酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）の重量平均分子量は、45,000以下、好ましくは20,000以下であることが望ましい。45,000を超える分子量の場合、界面相近傍でのモビリティーが十分でなく、マトリックス樹脂との分子同士の絡み合いの程度が小さく、界面接着性を十分に強くすることができない。また、炭素繊維と樹脂の界面相におけるカップリング効果を発揮させるための必要な分子の長さの観点から、500以上が好ましい。ここで、重量平均分子量は、GPCで測定されるものである。

【0034】

また、酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）のASTM D1386に準じて測定された酸価は、23～120mg KOH/g、好ましくは29～90mg KOH/g、より好ましくは35～80mg KOH/gであることが望ましい。酸価が23mg KOH/g未満では、炭素繊維束表面に付着した一次サイジング剤との相互作用が小さく、高い界面接着性は得られない、一方、酸価が120mg KOH/gを超える場合は、マトリックス樹脂、特にポリオレフィン系樹脂との親和性が低下し、その結果分子との絡み合いが十分に生じず、界面接着性を十分に強くすることができない。

【0035】

このような酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）としては、吉村油化学（株）製GF-101（商品名、水系エマルジョン）、クラリアント社製Hostamont AR503、AR504（商品名）等が具体的に挙げられる。

【0036】

上記の(i)で示す二次サイジング剤には、さらに、オレフィン系熱可塑性エラストマー樹脂（化合物b）を5質量%以上含むことが好ましい。オレフィン系熱可塑性エラストマー樹脂（化合物b）は、炭素繊維束に十分な収束性とドレープ性を付与することを可能にするものである。またポリオレフィン系樹脂等のマトリックス樹脂との十分な親和性を確保することができる。より好ましくは8質量%以上である。また、酸変性されたポリプロピレン樹脂（化合物a）とオレフィン系熱可塑性エラストマー樹脂（化合物b）とは、質量比で15/1～1/1であることが好ましい。

【0037】

オレフィン系熱可塑性エラストマー（化合物b）の、ASTM D1525-70に準じて測定されたビカット軟化点は、120℃以下であることが好ましい。より好ましくは

110℃以下、さらに好ましくは90℃以下である。これは、炭素繊維束の単繊維表面に、二次サイジング剤を水に溶解あるいは分散させた水系二次サイジング剤溶液を付着させ、その後水を蒸発させる工程が一般に140℃程度で行われるのに対し、その際オレフィン系熱可塑性エラストマー樹脂（化合物b）が十分に軟化している方が、乾燥後の炭素繊維束の収束性が良好となるためである。

【0038】

このようなオレフィン系熱可塑性エラストマー樹脂（化合物b）としては、吉村油化学（株）製GFE-1030（商品名、水系エマルジョン）、出光石油化学（株）製TPO-M142、R110E、T310E（以上、商品名）等が具体的に挙げられる。

【0039】

上記の（i i）で示す二次サイジング剤の必須成分である、エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）は、ポリオレフィン系樹脂等のマトリックス樹脂と炭素繊維束とのカップリング剤として、非常に効率よく作用する。これはポリマーの主骨格が、エチレンあるいはプロピレンユニットより形成されているため、マトリックス樹脂との相溶性に非常に優れ、更に分子中にエポキシ基を有するため炭素繊維束表面に付着した一次サイジング剤と強固な化学的相互作用を形成することが可能であるからである。そのために、エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）は、二次サイジング剤中に40質量%以上含有する必要がある。50質量%以上含むことが好ましい。

【0040】

エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）におけるエポキシ基含有モノマー由来のユニットの比率は、特に制限はないが、エポキシ基の作用を発現させることができるのは、モル比率で5%以上、好ましくは10%以上である。エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）のビカット軟化点が120℃以下、より好ましくは110℃以下、更に好ましくは90℃以下のものである。これは、既に述べたように、乾燥工程後の炭素繊維束に良好な収束性を付与できるからである

このような、エチレンあるいはプロピレンと、エポキシ基含有モノマーとを共重合した共重合物（化合物c）としては、住友化学（株）製ボンドファースト2C、ボンドファーストE（以上、商品名）、日本ポリオレフィン（株）製レクスパールRA3150（商品名）、住友精化（株）製セポルジョンG118（商品名）等が挙げられる。

【0041】

このような二次サイジング剤で、一次サイジング処理された炭素繊維束を二次サイジング処理する際、通常、二次サイジング剤が水に溶解あるいは分散した状態の水系二次サイジング剤溶液を用いて、炭素繊維束を二次サイジング処理する。工業的な生産を考えると、安全面、経済面から、二次サイジング剤が水に分散した水性エマルションを用いて二次サイジング処理することが好ましい。その場合、構成成分を水に均一に分散させる目的で、界面活性剤が乳化剤として用いられる。この時の乳化剤としては、特に限定されるものではなく、アニオン系、カチオン系、ノニオン系乳化剤等を用いることができる。中でも、アニオン系又はノニオン系乳化剤が、乳化能力が高く、また低価格のため好ましい。また、後述するように、水性エマルションにシランカップリング剤を添加する場合、シランカップリング剤の水中での安定性、更に成形品の物性安定性の点からノニオン系乳化剤が特に好ましい。

【0042】

ノニオン系乳化剤としては、ポリエチレングリコール型（高級アルコールエチレンオキサイド付加物、アルキルフェノールエチレンオキサイド付加物、脂肪酸エチレンオキサイド付加物、ポリプロピレングリコールエチレンオキサイド付加物など）、多価アルコール型（グリセリンの脂肪酸エステル、ソルビトール脂肪酸エステル、脂肪酸アルカノールアミドなど）などの乳化剤が挙げられる。ただし、ノニオン系乳化剤のHLBは通常8～20のものを用いる。HLBがこの範囲外のノニオン系乳化剤を用いると、安定な水性エマ

ルーションが得られないことがある。

【0043】

アニオン系乳化剤としては、カルボン酸塩型（オレイン酸カリウム、オレイン酸ナトリウムなど）、スルホン酸塩型（デシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ジオクチルスルホコハク酸ナトリウムなど）、硫酸エステル塩型（ラウリル硫酸ナトリウムなど）などが挙げられる。中和剤としては水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、炭酸ナトリウム、重炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、重炭酸カリウム、炭酸カルシウム、重炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、重炭酸マグネシウム、モノラウリルアミン、トリメチルアミン、ジメチルモノエタノールアミン、トリエタノールアミン、エチレンジアミン、アンモニアなどが挙げられる。還元剤としては、亜硫酸ナトリウムなどが挙げられる。

【0044】

乳化方法としては、攪拌翼を備えたバッチを用いる方法、ボールミルを用いる方法、振盪器を用いる方法、ガウリンホモジナイザなどの高せん断乳化機を用いる方法などが挙げられる。乳化温度は、用いる二次サイジング剤の軟化温度より高く設定することで、十分な安定性を有する水性エマルションが得られる。乳化に要する時間は、通常数分～2時間である。乳化後は、室温まで冷却を行うことにより、水性エマルションが得られる。水性エマルションの濃度は特に限定はないが、二次サイジング剤の濃度で5～60質量%となるように水で希釈される。

【0045】

二次サイジング剤が分散した水性エマルションには、必要に応じて、他のサイジング剤（例えば、酢酸ビニル樹脂エマルション、ウレタン樹脂エマルション、アクリル樹脂エマルション、エポキシ樹脂エマルションなど）や、シランカップリング剤、帶電防止剤と併用することができ、さらに潤滑剤や平滑剤とも併用することができる。

【0046】

シランカップリング剤としては、分子中にエポキシ基、ビニル基、アミノ基、メタクリル基、アクリル基、及び直鎖アルキル基のいずれか1つを有するシランカップリング剤などが使用できる。シランカップリング剤は1種のみ単独で用いてもよいし、2種以上を混合して用いることもできる。シランカップリング剤の中でも、特に、分子中にエポキシ基、アミノ基、直鎖アルキル基を有するエポキシシラン系、アミノシラン系、直鎖アルキルシラン系が好適である。エポキシシラン系シランカップリング剤のエポキシ基としては、グリシジル基、脂環式エポキシ基等が好適であり、かかるシランカップリング剤としては、日本ユニカ（株）製A-186、A-187、AZ-6137、AZ-6165（以上、商品名）等が具体的に挙げられる。アミノシラン系シランカップリング剤としては、1級アミン、2級アミン或いはその双方を有するものが挙げられ、日本ユニカ（株）製A-1100、A-1110、A-1120、Y-9669、A-1160（以上、商品名）等が具体的に挙げられる。また、直鎖アルキルシラン系としては、ヘキシル基、オクチル基、デシル基を有するものが挙げられ、日本ユニカ（株）製AZ-6171、AZ-6177（以上、商品名）、信越シリコーン（株）製KBM-3103C（商品名）等が具体的に挙げられる。

【0047】

シランカップリング剤の量は、二次サイジング剤が分散した水性エマルションの水以外の総成分量（総固体分量）100質量%に対して、5質量%以下、好ましくは4質量%以下であることが望ましい。添加量が5質量%を超えると、シランカップリング剤の架橋が進行し、炭素繊維束が硬く脆弱となり、縦割れが発生しやすくなり、更に界面接着性を低下させる原因となる恐れがある。

【0048】

このような二次サイジング剤の付着量には特に制限が無く、二次サイジング剤による所望の機能を発現させるための必要量とすれば良い。例えば、連続繊維の状態の炭素繊維束においては、その付着量は全体の0.3～5質量%であることが好ましい。特に好ましく

は0.8～4質量%である。また、所定の長さに切断された状態の炭素繊維束においては1～5質量%であることが好ましい。特に好ましくは1.2～4質量%である。二次サイジング剤が少なすぎると、収束性が不足し、切断された束の形態安定性が悪くなる場合があり、二次サイジング剤が多すぎると、樹脂との混合工程での濡れ性と単繊維へのバラケ性が著しく悪くなる場合がある。なお、炭素繊維束における二次サイジング剤の付着量とは、炭素繊維束全体に対する水以外の成分量として、SACMA法 SRM14-90に準拠し、熱分解法により測定したサイジング剤合計の付着量から、一次サイジング剤の付着量を引くことで求められるものである。

【0049】

本発明における一次サイジング処理する前の炭素繊維束には、特に限定はなく、公知の単繊維を複数有する炭素繊維束を使用することができる。通常は、平均直径5～8μm程度の単繊維が1000～5000本程度まとまった形態をなしている。中でも、円周長さ2μm×繊維軸方向長さ1μmの領域での最高部と最低部の高低差が40nm以上となる複数の皺を表面に有する単繊維を、複数有する炭素繊維束が好ましい。また、最高部と最低部の高低差は、単繊維の直径の10%以下であることが好ましい。なお、炭素繊維束を構成する単繊維としては、アクリロニトリル重合体や、石油、石炭からとれるピッチ等を繊維化し炭素化することで得られるものであり、前述するような一次サイジング剤で一次サイジング処理される前の炭素繊維束は、炭素化処理後のもの、湿式電解酸化処理して表面に酸素含有官能基を導入したものも使用できる。

【0050】

本発明における炭素繊維束の単繊維表面に存在する皺の深さは、円周長さ2μm×繊維軸方向長さ1μmの領域での最高部と最低部の高低差によって規定されるものである。単繊維の表面の皺とは、ある方向に1μm以上の長さを有する凹凸の形態を指すものである。またその方向には特に限定はなく、繊維軸方向に平行、あるいは垂直、あるいはある角度を有するものでもよい。炭素繊維束の一般的な製造方法から、通常の炭素繊維表面には繊維軸方向にほぼ平行な皺が存在する。高低差は、走査型原子間力顕微鏡（AFM）を用いて単繊維の表面を走査して得られる表面形状を基に、以下のようにして見積もることができる。

【0051】

炭素繊維束の単繊維を数本試料台上にのせ、両端を固定し、さらに周囲にドータイトを塗り測定サンプルとする。原子間力顕微鏡（セイコーインスツルメンツ（株）製、S PI 3700/SPA-300（商品名））によりシリコンナイトライド製のカンチレバーを使用し、AFMモードにて単繊維の円周方向に2～7μmの範囲を、繊維軸方向長さ1μmに渡り少しづづらしながら繰り返し走査し、得られた測定画像を二次元フーリエ変換にて低周波成分をカットしたのち逆変換を行う。そうして得られた単繊維の曲率を除去した断面の平面画像より、円周長さ2μm×繊維軸方向長さ1μmの領域での最高部と最低部の高低差を読み取る。

【0052】

このような単繊維を複数有する炭素繊維束としては、例えば、三菱レイヨン（株）製TR50S、TR30L、MR35E（以上、商品名）などが挙げられる。

【0053】

本発明における炭素繊維束の単繊維は、断面の長径と短径との比（長径／短径）が1.03～1.20であることが好ましい。長径／短径が1.03より小さいとサイジング処理後サイジング剤により、単繊維同士の接着が強く、樹脂との混合・含浸時の単繊維へのバラケ性が悪くなり、均一に分散した成型品が得られない場合があり、1.20より大きいと、単繊維同士の接着が弱く、バラケ易い繊維束となり、所定長さの切断工程の安定性、切断後の炭素繊維束の形態安定性が悪くなる場合がある。特に好ましくは、1.05～1.15である。なお、上記の長径／短径の値は、下記のように測定することができる。

【0054】

内径1mmの塩化ビニル樹脂製のチューブ内に測定用の炭素繊維束を通した後、これを

ナイフで輪切りにして試料とする。ついで、その試料を、断面が上を向くようにしてSEM試料台に接着し、さらにAuを約10nmの厚さにスパッタリングしてから、走査型電子顕微鏡（PHILIPS社製、XL20（商品名））により、加速電圧7.00kV、作動距離31mmの条件で断面を観察し、単纖維断面の長径および短径を測定する。

【0055】

本発明における炭素纖維束の単纖維は、ICP発光分析法によって測定されるSi量が500ppm以下であることが好ましい。Si量が500ppmを超えると、マトリックス樹脂との濡れ性や界面接着性が悪くなる場合がある。特に好ましくは、350ppm以下である。なお、上記のSi量は下記のように測定することができる。

【0056】

炭素纖維束を、風袋既知の白金るつぼに入れ600～700℃マッフル炉で灰化し、その質量を測定して灰分を求める。次に炭酸ナトリウムを規定量加え、バーナーで溶融し、DI水（イオン交換水）で溶解しながら50mlポリメスフラスコに定容する。本試料をICP発光分析法によりSiの定量を行う。

【0057】

上記のような、一次サイジング剤を含む水系一次サイジング剤溶液を用いて一次サイジング処理する方法、あるいは、二次サイジング剤を含む水系二次サイジング剤溶液を用いて二次サイジング処理する方法について以下説明する。なお、水系一次サイジング剤溶液あるいは水系二次サイジング剤溶液を単に「水系サイジング剤溶液」と表現することがある。水系サイジング剤溶液を炭素纖維束に付着させる方法としては、例えば、水系サイジング剤溶液中にロールの一部を浸漬させ表面転写した後、このロールに単纖維からなる炭素纖維束を接触させて水系サイジング剤を付着させるタッチロール方式、単纖維からなる炭素纖維束を直接水系サイジング剤溶液中に浸漬させ、その後必要に応じてニップロールを通過させて水系サイジング剤の付着量を制御する浸漬方式などが挙げられる。中でもタッチロール方式が好適であり、さらに炭素纖維束を複数のタッチロールに接触させ、複数段階で水系サイジング剤を付着させる方式が、サイジング剤の付着量や束幅制御の観点から特に好適である。その後、必要に応じて、予備乾燥、熱処理を行う。詳細な条件は、炭素纖維束が所望の特性を発現するように、適宜選択すれば良い。

【0058】

以上のような本発明の炭素纖維束は、連続纖維の状態でも、所定の長さに切断された状態でも良い。

【0059】

また、所定の長さに切断された状態の炭素纖維束は、目付が0.4～15g/mであることが好ましい。炭素纖維束の目付が0.4g/m未満では、経済的に不都合であり、更にペレット製造工程での炭素纖維束の導入工程通過性を悪化させる場合がある。一方、15g/mを越える場合は、水系サイジング剤溶液の炭素纖維束への浸透が完全に行わせることが難しくなり、形状の安定した炭素纖維束を製造することが難しい場合がある。より好ましくは0.6～10g/m、特に好ましくは0.8～8g/mである。

【0060】

炭素纖維束の切断方式としては、特に制限はないが、ロータリーカッター方式等が好適である。また、切断長（炭素纖維束の長さ）は、2～30mm、好ましくは4～24mm、より好ましくは6～20mmとすることが望ましい。ロータリーカッター方式では、用いる装置の歯先間隔を調節することにより切断長を調整することができる。

【0061】

ロータリーカッター方式での切断に際しては、炭素纖維束厚みが厚くなり過ぎると切り損じを生じたり、ロータに炭素纖維束が巻き付いて操作不能になったり、切断後の形状不良が生じたりするので、炭素纖維束厚みは薄い方が有利である。また、炭素纖維束の目付が1.5g/mを超える太目付の炭素纖維束の場合、炭素纖維束をできるだけ開織させ、炭素纖維束内部まで水系サイジング剤溶液を均一に付着させることが重要である。従って、ガイドロール、コームガイド、スプレッダーバー等を用いて、炭素纖維束の幅/厚みが

大きくなるように制御しながら、かつ炭素繊維束には実質的に撓りの無いように走行させることが好ましい。

【0062】

ただし、所定長さに切断された炭素繊維束は、幅が広くなると繊維配向方向に沿って縦割れし易くなり、製造中や製造後の使用時にその形態を維持することが困難な傾向にある。このことは特に太目付の炭素繊維束において顕著である。したがって、幅／厚みが3～10になるように、ロータリーカッターに付随するガイドの幅を調節し、炭素繊維束の幅を制御することが好ましい。幅／厚みが3以上であると、ロータリーカッターでの切断工程でのミスカットの発生を抑制することができる。また、幅／厚みが10を超えると、切断時のミスカットが発生し難くなるものの、厚みが薄くなりすぎて切断後に炭素繊維束の縦割れが生じ易くなり、後の工程通過性が悪化する恐れがある。また、太目付の炭素繊維束を汎用タイプ並みに薄く広げて切断するには、同時に処理可能な炭素繊維本数が減少し、その減少分を補うためにカッターの幅広化或いは処理速度の高速化等必要となり、設備面の負荷や生産効率の低下を招く恐れがある。

【0063】

この切断は、炭素繊維束に水系二次サイジング剤溶液を付着させた後、湿潤状態にある炭素繊維束に対して行うのが好ましい。これは、水系二次サイジング剤溶液の表面張力による収束効果と、切断時の衝撃性のせん断力を湿潤状態の柔軟な状態で吸収して繊維割れを防ぐことを利用したものである。この切断時においては、炭素繊維束の含水率が20～60質量%、特に25～50質量%の湿潤状態であると好ましい。含水率が20質量%未満では、切断時に繊維割れや毛羽が発生しやすくなる恐れがある。また、含水率が60質量%を超えると、単繊維表面に水が過剰に付着した状態となるため、水の表面張力により単繊維が丸く収束し、切断時にミスカットや刃の目詰まりの発生頻度が高くなる恐れがある。また、必要に応じて、含水率を調整するために、切断前に水や水系二次サイジング剤溶液を用いて、追加処理を行ってもよい。

【0064】

切断後に炭素繊維束を乾燥する方法としては、熱風乾燥法等が挙げられる。また、熱風乾燥法を採用する場合、水分の蒸発効率を向上させると共に、炭素繊維束同士の接着を防止するために、振動させた状態で移送しながら乾燥を行うことが好ましい。なお、乾燥時の振動が強すぎると、繊維割れが発生し易くなり、束幅／厚みが3未満の炭素繊維束の割合が多くなる。また、振動が弱すぎると、繊維同士の擬似接着が起こり、団子状になってしまう。従って、適切な振動条件に設定する必要がある。また、細分化された炭素繊維束を振るい落とすだけでなく、熱風の通りをよくするために、メッシュ振動板上を移送させながら、振動乾燥することがより好ましい。また、乾燥効率を向上させるために、赤外線放射等の補助手段を併用することもできる。

【0065】

上記のような本発明の炭素繊維束は、マトリックス樹脂となる熱可塑性樹脂とを混練することにより、熱可塑性樹脂組成物とすることができます。炭素繊維束の熱可塑性樹脂への混練に際しては、連続あるいは所定の長さに切断された状態の炭素繊維束を押出機に供給し、熱可塑性樹脂と混練してペレットとすることが好ましい。また、本発明の熱可塑性樹脂組成物は、射出成形法等の公知の成形法により成形することにより、任意の形状の成形品（炭素繊維強化複合成形品）を提供することができる。

【0066】

本発明の熱可塑性樹脂組成物を調製するに当たっては、本発明の炭素繊維束を好ましくは3～60質量%、より好ましくは5～50質量%配合する。炭素繊維束を3質量%以上配合することにより成形品の機械物性向上効果が顕著に発現する。また、60質量%を超えると、それ以上の著しい向上効果が得られないと共に、ペレット製造時の工程安定性が低下し、またペレットに斑等が生じ、成形品の品質安定性が悪化する恐れがある。

【0067】

本発明でマトリックス樹脂として用いられる熱可塑性樹脂としては、特に制限はないが

、炭素繊維束の単繊維表面に付着した二次サイジング剤との親和性の観点から、ポリオレフィン系樹脂が最適であり、他にはポリカーボネート樹脂、ABS樹脂、AS樹脂、ポリオキシメチレン樹脂、ナイロン樹脂、ポリフェニレンサルフィド樹脂、ポリエーテルサルフィン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリエステル樹脂及びこれらのアロイ系樹脂の群から選ばれる少なくとも1種であることが好ましい。特にポリオレフィン系樹脂をマトリックス樹脂として用いる場合、機械特性をより向上させる目的で、各種の変性ポリオレフィン樹脂を少量添加してもよい。

【0068】

本発明の熱可塑性樹脂組成物を成形した成形品は、機械物性に優れると共に、生産性、経済性に優れる。このような成形品は、車輌用部品、携帯用電化製品のハウジング部品、一般家電製品のハウジング部品等に好適である。

【実施例】

【0069】

以下、実施例によって本発明を詳細に説明する。なお、本実施例における各種特性の測定、評価は、以下の方法により行った。

【0070】

「炭素繊維束の単繊維表面の皺の深さ」

本発明における炭素繊維束の単繊維表面に存在する皺の深さは、円周長さ $2\mu\text{m}$ ×繊維軸方向長さ $1\mu\text{m}$ の領域での最高部と最低部の高低差によって規定される。高低差は、走査型原子間力顕微鏡（AFM）を用いて単繊維の表面を走査して得られる表面形状を基に測定した。具体的には以下の通りである。

【0071】

炭素繊維束の単繊維を数本試料台上にのせ、両端を固定し、さらに周囲にドータイトを塗り測定サンプルとする。原子間力顕微鏡（セイコーインスツルメンツ社製、S P I 3700/S P A - 300（商品名））によりシリコンナイトライド製のカンチレバーを使用し、AFMモードにて単繊維の円周方向に $2\sim7\mu\text{m}$ の範囲を、繊維軸方向長さ $1\mu\text{m}$ に渡り少しづづらしながら繰り返し走査し、得られた測定画像を二次元フーリエ変換にて低周波成分をカットしたのち逆変換を行う。そうして得られた単繊維の曲率を除去した断面の平面画像より、円周長さ $2\mu\text{m}$ ×繊維軸方向長さ $1\mu\text{m}$ の領域での最高部と最低部の高低差を読み取って評価した。

【0072】

「炭素繊維束の単繊維断面の長径と短径との比（長径／短径）」

内径 1mm の塩化ビニル樹脂製のチューブ内に測定用の炭素繊維束を通した後、これをナイフで輪切りにして試料とする。ついで、その試料を、断面が上を向くようにしてSEM試料台に接着し、さらにAuを約 10nm の厚さにスパッタリングしてから、走査型電子顕微鏡（PHILIPS社製、XL20（商品名））により、加速電圧 7.00kV 、作動距離 31mm の条件で断面を観察し、単繊維断面の長径および短径を測定することで評価した。

【0073】

「ストランド強度、弾性率」

JIS R 7601に準拠して評価した。

【0074】

「一次サイジング剤の付着量」

JIS R 7601に準拠して、メチルエチルケトンによるソックスレー抽出法により一次サイジング処理後の炭素繊維束のサイジング剤付着量を測定した。

【0075】

「2次サイジング剤の付着量」

SACMA法 SRM14-90に準拠し熱分解法により、二次サイジング処理後における炭素繊維束のサイジング剤合計の付着量を測定し、一次サイジング剤の付着量に対する増加分を二次サイジング剤の付着量として算出した。

【0076】

「成形品の機械特性の評価」

引張り破断強度はJIS K7113、曲げ強さ、弾性率はJIS K7203、アイゾット強度(1/8"ノッチ、1/8"反ノッチ)は、ASTM D256に準拠し評価した。なお、これらの測定は室温で行った。

【0077】

<炭素繊維束I～VIIの製造>

ポリアクリル繊維を原料とする12000本又は50000本のフィラメントよりなる炭素繊維束TR50SまたはTR30L(商品名、三菱レイヨン(株)製、プレサイジング未処理品)を原料として用いた。なお、これらの炭素繊維束(原料)の特性を表1に示した。

【0078】

【表1】

炭素繊維束(原料)	TR50S	TR30L
繊深さ (nm)	100	100
目付 (g/m)	0.80	3.33
単繊維数	12000	50000
ストランド強度 (MPa)	4700	4400
ストランド弾性率 (GPa)	240	240

【0079】

はじめに、表4に示す炭素繊維束(原料)に一次サイジング剤を付着させる一次サイジング処理を行い、乾燥後、ボビンに巻取り炭素繊維束(一次)を得た。一次サイジング剤としては、以下の組成のエポキシ系サイジング剤を用い、付着量が0.5質量%になるように条件を調整した。なお、炭素繊維束VII、VIIIの製造時は、この一次サイジング処理を行わず、次の工程に進めた。

【0080】

主剤

- ・ジャパンエポキシレジン(株)製「エピコート828」(商品名)
50質量部
- ・ジャパンエポキシレジン(株)製「エピコート1001」(商品名)
30質量部

乳化剤

- ・旭電化(株)製「ブルロニックF88」(商品名)
20質量部

次に、その炭素繊維束(一次)(炭素繊維束VII、VIIIの製造時は炭素繊維束(原料))を開織バーと炭素繊維幅規制バーとを複数回交互に通過させ、所定の炭素繊維幅とした後、所定の二次サイジング剤を付着させる二次サイジング処理を行った。二次サイジング剤としては、表2に示す化合物を用いて表3に示す割合で配合して調製した二次サイジング剤A～Dのうち、表4に示すものを用いた。なお、水の量を調整し、二次サイジング剤濃度を表4に示すように調整した水系エマルションを使用した。また、水系エマルションを付着させる方式としては、タッチロール方式を採用した。つまり水系エマルションの槽にタッチロールの一部を浸漬し、タッチロール表面に転写した後、タッチロール表面に炭素繊維束(一次)(炭素繊維束VII、VIIIの製造時は炭素繊維束(原料))を接触させることにより水系エマルションを付着させた。なお、2個のタッチロールを用い、炭素繊維束(一次)(炭素繊維束VII、VIIIの製造時は炭素繊維束(原料))の表裏2面に對して実施した。

【0081】

次に、ロータリーカッターを用いて炭素繊維束を所定長さ（6mm）に切断し、最後に、150℃に設定された床振動式熱風乾燥炉に連続的に投入し乾燥させることにより、炭素繊維束I～VIIを得た。いずれの炭素繊維束にも割れは発生しなかった。製造した炭素繊維束I～VIIの評価結果を表4に示す。

【0082】

【表2】

種類	品番 (商品名)	詳 細
化合物a	GF-101	酸変成ポリプロピレン [水性エマルジョン(10質量%以下乳化剤含有)] 重量平均分子量:7000、酸価:47mgKOH/g 吉村油化学(株)製
化合物b	GFE-1030	オレフィン系熱可塑性エラストマー [水性エマルジョン(10質量%以下乳化剤含有)] ビカット軟化点:56℃ 吉村油化学(株)製
化合物c	セポルジョン G118	エチレンあるいはブロピレンと、エポキシ基含有モノマーとの共重合物 (主成分:エチレン-ケリシルメタクリレート共重合体) [水性エマルジョン(10質量%以下乳化剤含有)] ビカット軟化点:70℃ 住友精化(株)製
その他	OREVAC CA100	酸変成ポリプロピレン [乳化剤*を20質量%添加した水性エマルジョンとして使用] 酸価:12mgKOH/g アトフィナジャパン(株)製
	ハイドラン HW-930	ウレタン系サイジング剤 [水性エマルジョン] 大日本インキ化学工業(株)製
	A-187	エポキシシランカップリング剤 日本ユニカ(株)製

【0083】

旭電化(株)製ブルロニックF88(商品名)

【0084】

【表3】

二次サイジング剤		A	B	C	D
化合物a	GF-101	70			
化合物b	GFE-1030	27		27	
化合物c	セポルジョンG118		97		
その他	OREVAC CA100			70	
	ハイドランHW-930				97
	A-187	3	3	3	3

【0085】

なお、表3中の数字は、各成分中の水を除いた成分としての質量%を示す。

【0086】

【表4】

製造した炭素繊維束	I	II	III	IV	V	VI	VII
炭素繊維束(原料)	TR50S	TR30L	TR50S	TR50S	TR50S	TR50S	TR50S
一次サイジング処理	有	有	有	有	有	無	無
二次 サイジング 剤	種類	A	A	B	C	D	A
	濃度(質量%)	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0
付着量(質量%)	2.5	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
炭素繊維束幅(mm)	8	20	8	8	8	8	8
炭素繊維束幅/厚み	4	6	4	4	4	4	4

【0087】

(実施例1～3、比較例1～4)

<熱可塑性樹脂組成物のペレット及び成形品の製造>

ポリプロピレン樹脂(EPR共重合ポリプロピレン、商品名:J-5051HP、出光石油化学(株)製)68質量部と、変成ポリプロピレン樹脂(無水マレイン酸共重合ポリプロピレンマスターbatch P503、三菱化学(株)製)12質量部とを250℃に加熱した二軸押出機に供給し、サイドフィーダーより表5に示した炭素繊維束20質量部を供給し混練して、熱可塑性樹脂組成物のペレットを得た。なお、二軸押出機内での滞留はみられなかった。

【0088】

得られた熱可塑性樹脂組成物のペレットを20mmφ、35オンスのスクリューインラン成形機で、シリンダー温度250℃、金型温度60℃の条件で成形品を作製した。得られた成形品の機械特性を表5に示す。実施例1～3の成形品は比較例1～4の成形品に比べて、引張り破断強度、曲げ強さ、アイソット強度に優れており、本発明の炭素繊維束は良好な界面接着性を有していることが分かった。

【0089】

【表5】

	実施例			比較例			
	1	2	3	1	2	3	4
炭素繊維束	I	II	III	IV	V	VI	VII
引張り破断強度(MPa)	135	125	120	67	57	110	95
曲げ強さ(MPa)	175	170	165	97	80	150	135
曲げ弾性率(MPa)	7500	7400	7400	6800	6300	7500	7300
アイソット強度[1/8"ノッチ](J/m)	85	80	85	67	45	80	75
アイソット強度[1/8"反ノッチ](J/m)	270	270	260	190	110	240	230

【0090】

(実施例4、比較例5)

<熱可塑性樹脂組成物のペレット及び成形品の製造>

ポリプロピレン樹脂(EPR共重合ポリプロピレン、商品名:J-5051HP、出光石油化学(株)製)80質量部を250℃に加熱した二軸押出機に供給し、サイドフィーダーより表6に示した炭素繊維束20質量部を供給し混練して、熱可塑性樹脂組成物のペレットを得た。なお、二軸押出機内での滞留はみられなかった。

【0091】

得られた熱可塑性樹脂組成物のペレットを20mmφ、35オンスのスクリューインラン成形機で、シリンダー温度250℃、金型温度60℃の条件で成形品を作製した。得られた成形品の機械特性を表6に示す。実施例4の成形品は比較例5の成形品に比べて、引張り破断強度、曲げ強さ、アイソット強度に優れており、本発明の炭素繊維束は良好な

界面接着性を有していることが分かった。

【0092】

【表6】

	実施例 4	比較例 5
炭素繊維束	I	VI
引張り破断強度 (MPa)	90	70
曲げ強さ (MPa)	105	90
曲げ弾性率 (MPa)	7300	7300
アイソット強度[1/8"ノッチ] (J/m)	80	70
アイソット強度[1/8"反ノッチ] (J/m)	140	110

【書類名】要約書

【要約】

【課題】ポリオレフィン系樹脂、特にポリプロピレン樹脂との良好な界面接着性を発現できる炭素繊維束を提供すること。

【解決手段】単繊維を複数有する炭素繊維束であって、エポキシ樹脂からなる一次サイジング剤で一次サイジング処理された後に、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部に酸基を有し、ASTM D1386に準じて測定された酸価が23～120mg KOH/gである重合体、あるいは、主鎖が炭素-炭素結合で形成され、側鎖の少なくとも一部あるいは主鎖の末端の少なくとも一部にエポキシ基及びエステル基の少なくとも一方を有する重合体を含む二次サイジング剤で二次サイジング処理された炭素繊維束とする。

【選択図】なし

特願 2003-283882

出願人履歴情報

識別番号

[000006035]

1. 変更年月日

1998年 4月23日

[変更理由]

住所変更

住所

東京都港区港南一丁目6番41号

氏名

三菱レイヨン株式会社